

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-86020

⑤ Int. Cl.⁴
B 21 B 37/12識別記号
1 1 5
B B S庁内整理番号
7819-4E

④ 公開 昭和61年(1986)5月1日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全10頁)

⑭ 発明の名称 マンドレルミルのロール圧下制御方法およびその装置

⑰ 特 願 昭59-208897

⑱ 出 願 昭59(1984)10月4日

⑲ 発 明 者 今 江 敏 夫 千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内
 ⑲ 発 明 者 山 本 健 一 千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内
 ⑲ 発 明 者 関 剛 横浜市磯子区新中原町1番地 石川島播磨重工業株式会社
 横浜第2工場内
 ⑲ 発 明 者 高 橋 善 生 横浜市磯子区新中原町1番地 石川島播磨重工業株式会社
 横浜第2工場内
 ⑳ 出 願 人 川崎製鉄株式会社 神戸市中央区北本町通1丁目1番28号
 ㉑ 出 願 人 石川島播磨重工業株式 東京都千代田区大手町2丁目2番1号
 会社
 ㉒ 代 理 人 弁理士 小杉 佳男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

マンドレルミルのロール圧下制御方法および
その装置

2. 特許請求の範囲

- 1 マンドレルバーを装入了た管材を減肉延伸するに当り、少なくとも2基以上のスタンドで上下または左右非対称のロール圧下を行い、管材長手方向任意断面における円周方向偏肉の少ない管材を製造することを特徴とするマンドレルミルのロール圧下制御方法。
- 2 マンドレルバーを挿入した管材を減肉延伸する連続圧延機において、上下1対のロールの左右に取りつけられ、それぞれ独立して圧下量を変更できる前記圧下装置と、該各圧下装置の圧下位置を検出する検出器と、4個の圧下装置の圧下量をそれぞれ独立に非対称制御する制御装置を備えたことを特徴とする管圧延装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、マンドレルミルのロール圧下制御方法およびその装置に関し、特に同一の外径のマンドレルバーにより数水準の肉厚の管材を製造する場合、または同一の管材から長手方向に異なった肉厚の管材を製造する場合、管材長手方向任意断面における円周方向偏肉のない管材を得ることのできるロール圧下制御方法およびその装置に関する。

〔従来の技術〕

マンドレルミルの連続するロールスタンド列の中の特定スタンドにロール油圧圧下装置を組み込み管材の両端部分のみを薄肉に仕上げる方法が、例えば特公開51-43825で提案されている。また同一の外径のマンドレルバーを使用して数水準の肉厚の管材を圧延することが通常行われている。

しかしながらマンドレルミルにおいては、肉厚仕上げスタンドのロール孔直径と使用するマンドレルバー外径とより幾何学的に一水準に決定され

る肉厚の場合にのみ断面偏肉のない管材を得ることができ、それ以外の肉厚の管材をロール間隔の変更のみで製造する場合には、横断面偏肉の発生が不可避である。

〔発明が解決しようとする問題点〕

マンドレルミルで先後縮減肉制御を実施する上で最大の問題点は断面偏肉率が劣化することである。本発明は上記幾何学的に定まる肉厚以外の肉厚の管においても偏肉の少ない管材を製造することができる方法とその装置を提供することを目的とし、従来不可避であった横断面偏肉の発生を軽減することを目的としている。

本発明によれば種々の肉厚の管の圧延において、断面偏肉率の劣化をかなりの程度防止することができ、この技術は管圧延機のロール油圧圧下法において今後重要視される問題を解決するものである。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は上記目的を達成するため、マンドレルバーを装入した管材を減肉延伸するに当り、少な

くとも2基以上のスタンドで上下または左右非対称のロール圧下を行い、管材長手方向任意断面における円周方向偏肉の少ない管材を製造することを特徴とし、またこのマンドレルミルのロール圧下制御方法を好適に実施するための装置として、マンドレルバーを挿入した管材を減肉延伸する連続圧延機において、上下1対のロールの左右に装設され、それぞれ独立して圧下量を変更できる4個の圧下装置と、該各圧下装置の圧下位置を検出する検出器と、前記圧下装置の圧下量をそれぞれ独立に非対称制御する制御装置を備えたことを特徴とする管圧延装置を要旨とするものである。

以下本発明の詳細について図面を参照しながら説明する。

第2図はマンドレルミルの圧延状態を示す模式図である。1対の孔形ロールよりなるスタンド2を7〜9基連続的に一列に配置し、マンドレルバー4を挿入した高圧1をこのスタンド列の中を通過させて減肉延伸する圧延機が示されている。この圧延機では隣接するスタンド2のロール軸は

互いに直交して配設され、管材3の円周方向の互いに直角な方向の肉厚をスタンド毎に交互に圧延するようになっている。

この圧延機は通常、最終スタンドでは圧下をかけず、圧延後の管材3とマンドレルバー4とが密着しないように管材3の外径を真円に成形するのみであって、管材3の肉厚は最終スタンドより2〜4スタンド上流のスタンドで仕上げられる。例えば、8スタンドタンデムミルの場合、第5スタンドから第7スタンドまでで管材の肉厚は目標出側肉厚に等しい肉厚に圧延される。このようなスタンドを、以下、肉厚仕上げスタンドと呼ぶ。マンドレルミルにおいてはこの肉厚仕上げスタンド列で管材断面の円周方向肉厚分布が決定される。第3図(a)は、肉厚仕上げスタンドの正面図であり、孔形ロール2aと管材3の部分のみを拡大したものを第3図(b)に示す。理想的な標準条件では肉厚仕上げスタンドのロール溝底間隔Gはロール溝底孔形半径R₁の2倍に設定される。仕上げ肉厚をt_s、マンドレルバー外径をD_bとす

れば、

$$\begin{aligned} G &= D_b + 2t_s \\ &= 2R_1 \end{aligned} \quad \text{--- (1)}$$

の関係が成り立つ。複数基の肉厚仕上げスタンドにおいて互いに直角方向に同様の設定で圧延すれば円周方向に偏肉のない管材を製造することができる。

一般に仕上げ肉厚を薄くするためには、外径の大きなマンドレルバーを使用する方法がとられており、選択マンドレルバー外径をD_b、目標仕上げ肉厚をt_sとすれば、

$$D_b = 2(R_1 - t_s) \quad \text{--- (2)}$$

の関係が成り立つ。

しかして、目標肉厚の微小変更や、管材長手方向の肉厚変更に対しては、上下ロールの溝底間隔Gを変更して対応している。この場合複数基の肉厚仕上げスタンドにおいて互いに管材の円周方向で直角をなす位置を同様の設定で圧延しても、管材円周方向に必然的に偏肉が発生する。

第4図(a)および(b)はロール間隔変更による

起因する偏肉発生の様子を模式的に示した説明図で、(a)は標準圧下設定時の状態を示し、(b)はロール間隔しめ込み時の状態である。ロール孔形溝底曲率半径を R_1 、使用しているマンドレル棒外径を D_b とすると、圧延ロール溝底間隔 G が

$$G = 2 R_1 \quad \dots (3)$$

となる標準圧下設定のときのみ、円周方向に均一な肉厚 t_s の管材が得られる。ここに t_s は、

$$t_s = (G - D_b) / 2 \quad \dots (4)$$

である。

ここでロール間隔をしめ込んで(b)図に示すようにロール溝底間隔を G_a とすると溝底中央部分の肉厚 t は、

$$t = (G_a - D_b) / 2 \quad \dots (5)$$

となる。この場合肉厚 t はロール孔形の各位置で異なる値となり、ロール孔形の各位置を孔形溝底中央を起点とし溝底曲率半径中心からの角度 θ で定義すれば、一般に管材肉厚 T は、

$$T = R_1 - (2 R_1 - G_a) / 2 \cos \theta - D_b / 2 \quad \dots (6)$$

となり、 T は θ の関数となる。

従来のロール間隔の変更方法は上ドロールの左右の圧下しめ込み量を等しくして上下左右にロールをしめ込んでいたので、隣接する2基の肉厚仕上げスタンドを通過して出てきた管材断面の肉厚分布は第5図の仕上り管の代表例に示すように、2軸性または4軸性のかかなり大きな偏肉が見られた。第5図では、45°の方向の肉厚 t_{45} が厚肉偏肉となっている。

本発明は上記の従来技術で発生していた管材断面偏肉を軽減するために、少なくとも2基以上のスタンドにおいて、上下または左右非対称のロール圧下圧延を行う。

まず、本発明方法を好適に実施する装置として使用するロールスタンドの構成について第1図を参照しながら説明する。

油圧圧下シリンダ5は、上下ロールの左右に合計4個配置されておりそれぞれ独立に圧下量を変

更制御可能となっている。油圧圧下ピストンの変位は球頭ブロック7を介してロールチェック6に伝達される。ロードセル8は圧延反力を検出する。また個々の油圧圧下シリンダ5にはシリンダとピストンの変位量を検出する図示しない変位計が内蔵されている。ハウジングフレーム9はこれらを支持している。図示しない制御装置は上記4個の圧下装置の圧下量をそれぞれ独立に制御する。

次に本発明によるロール油圧圧下制御方法について述べる。ここで以下の説明に使用する変数と座標系を定義しておく。

第1図において、左右の油圧シリンダ5、5の中心距離を W (mm)、上ロールの球頭ブロックの頂点とロール孔形中心との距離、すなわち油圧圧下系からロールチェックに力が作用する点とロール孔形中心までの距離を A_1 (mm)、同様に下ロールの油圧圧下系からの力の作用点とロール孔形中心間の距離を A_2 (mm)とする。標準条件としてロール溝底間隔 G がロール孔形直径

$2 R_1$ に等しい場合の各油圧圧下シリンダとピストンの変位を0とし、かつその場合のパスセンターを原点としてロール軸に平行な方向を x 軸、それと直角方向に y 軸をとる座標系を定義する。ピストンの変位はロール間隔しめ込み方向を正とする。

標準条件ではロール孔形中心とパスセンターとは一致している。以下第1図の下ロールを例に挙げて説明する。標準条件に対して、下ロールのワークサイドすなわち第1図の向って右側の油圧圧下ピストンを ΔS_w (mm)、ドライブサイドすなわち第1図の向って左側の油圧圧下ピストンを ΔS_d (mm)変位させると、下ロールのロール孔形中心は原点(0, 0)から $(\Delta x, \Delta y)$ に移動する。ここに、

$$\Delta x = A_2 (\Delta S_d - \Delta S_w) / W \quad \dots (7)$$

$$\Delta y = (\Delta S_d + \Delta S_w) / 2 \quad \dots (8)$$

なる関係が幾何学的計算により近似的に求められ

る。この場合ロールのしめ込み量は下ロール片側で ΔS (mm)となる。ここに ΔS は

$$\Delta S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

である。圧下方向はロール軸に垂直な方向すなわち y 軸に対して傾斜する。この傾斜角を α とすれば、

$$\alpha = \tan^{-1}(\Delta x / \Delta y) \quad \dots\dots (9)$$

である。このことは、理論的にはロール油圧圧下ピストンの変位量を左右非対称とすることにより、管材円周上の任意の方向に任意の量の圧下をかけることが可能であることを示している。例えば、 $\alpha = 30$ 度、 $\Delta S = 1$ mmを達成するためには、

$$\Delta y / \Delta x = \sqrt{3} \quad \dots\dots (10)$$

$$\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 1 \quad \dots\dots (11)$$

を満足するようにすればよく、上記(10)、(11)式に(7)、(8)式を代入してドライブサイドロール圧下しめ込み量 ΔS_d およびワークサイドロール圧下しめ込み量 ΔS_w をそれぞれ

$$\begin{aligned} \Delta S_w &= \frac{\Delta S (2A_1 + W \cdot \tan \alpha)}{2A_1 \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} \\ &= \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{4} \frac{W}{A_1} \quad \dots\dots (14) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta S_d &= \frac{\Delta S (2A_1 - W \cdot \tan \alpha)}{2A_1 \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} \\ &= \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{4} \frac{W}{A_1} \quad \dots\dots (15) \end{aligned}$$

第1図の座標系において一般に上下のロールの一方のしめ込み量を ΔS (mm)、しめ込み方向のロール軸に垂直な方向からの傾斜角度を α 、ワークサイド、ドライブサイド両点の圧下作用点間距離を W (mm)、圧下作用点とロール孔形中心までの垂直距離を A とすれば、ドライブサイドの圧下しめ込み量 ΔS_d およびワークサイドの圧下しめ込み量 ΔS_w は幾何学的にそれぞれ以下の如く決定される。

$$\Delta S_d = \frac{\Delta S (2A + W \cdot \tan \alpha)}{2A \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} \quad \dots\dots (16)$$

得ることができ、次の(12)、(13)式となる。

$$\begin{aligned} \Delta S_d &= \frac{\Delta S (2A_2 + W \cdot \tan \alpha)}{2A_2 \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} \\ &= \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{4} \frac{W}{A_2} \quad \dots\dots (12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta S_w &= \frac{\Delta S (2A_2 - W \cdot \tan \alpha)}{2A_2 \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} \\ &= \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{4} \frac{W}{A_2} \quad \dots\dots (13) \end{aligned}$$

以上、第1図の下ロールの左右非対称ロール圧下方法について説明したが、同様の手法は上ロールの左右非対称ロール圧下方法に対しても適用可能である。上ロールに適用する場合第1図の座標系をそのまま使用するとすれば、

圧下方向 $\alpha = 30$ 度

しめ込み量 $\Delta S = 1$ mm

を達成するためのワークサイドロール圧下しめ込み量 ΔS_w およびドライブサイドロール圧下しめ込み量 ΔS_d は以下に示すとおりである。

$$\Delta S_w = \frac{\Delta S (2A - W \cdot \tan \alpha)}{2A \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} \quad \dots\dots (17)$$

以上のようにして決定される ΔS_d 、 ΔS_w を制御装置に記憶させ、少なくとも2基以上の肉厚仕上スタンドの上下または左右のロール圧下を非対称に制御することによって、しめ込み量の異なる場合、例えば同一の外径のマンドレルバーにより数水準の肉厚の管材を製造する場合、または同一の管材から長手方向に異なった肉厚の管材を製造する場合、管材長手方向任意断面における円周方向偏肉のない管材を得ることができる。

(制御方法の実施例)

以下本発明によるマンドレルミルにおけるロール圧下制御方法の実施例とその効果について述べる。

外径： $\phi 90.0$ mm、

肉厚：8.0mm、

長さ：2.0m

の断面偏肉のない素管を、

4)

外径: $\phi 74.0 \text{ mm}$,肉厚: $3.0 \sim 4.0 \text{ mm}$,長さ: 約 5 m

の管材に、5スタンドテストミルで圧延した。使用したマンドレルバーの外径は $\phi 66.0 \text{ mm}$ 一水準である。

本発明に係る非対称ロール圧下機構を設けたスタンドの正面図を第6図に示した。このスタンドはテストミルの第3番目と第5番目のスタンドに配置した。本実施例では上下ロールの左右に合計4個の各個独立制御可能な油圧圧下シリンダ5を装着し、上下左右非対称にロール圧下制御可能とした。なお図示しない第4番目のスタンドには従来型の上下左右対称の電動スクリー圧下機構を組み込んでいる。第3番目から第5番目までの各スタンドのロールカリバ孔形状は一律 $\phi 74 \text{ mm}$ である。なおこのテストミルにおいては各スタンドのロール軸は水平面に対して 45° 傾斜して配置されており、隣接するスタンド間ではパスラインを軸にロール軸は 90° 回転させて配置されて

いる。すなわち、いわゆるX配置ミルとなっている。各スタンドのロール圧下作用点間距離 W はパスセンタを中心に 320 mm であり、上ロール圧下作用点とロール孔形中心までの距離 A_1 は 347.5 mm 、下ロール圧下作用点とロール穴形中心までの距離 A_2 は 287.5 mm となっている。

この実施例では従来技術との比較をも含め、実施条件を4条件選定した。各実施条件の内容を第1表に示す。第1表中、圧下方向角度 α の定義はミル出側より見て時計回りの方向を正とし、ロール軸に直交する方向を0としている。

第1表

制鋼因子	ロール圧下量片側 $\Delta S \text{ mm}$			圧下方向角度 α°		
	# 3	# 4	# 5	# 3	# 4	# 5
スタンド						
条件 1	0	0	0	0	0	0
" 2	1	1	1	0	0	0
" 3	1	1	1	30°	0	-30°
" 4	$0+1$	$0+1$	$0+1$	30°	0	-30°

備考

条件1: 標準設定条件

条件2: 従来の左右対称圧下法

条件3: 従来の左右非対称圧下を#3、#5スタンドで実施

条件4: 本発明による左右非対称圧下を管材長手方向に段階的に実施

本実施例では圧延荷重の変動によるミルスプリングバック量の変動が圧延材の肉厚に変動を及ぼすのを避けるため、ミルスプリングバック量に見合う分だけ圧下しめ込み量を補正している。また実施条件によって出側の管材の長さが異なるので、それぞれの管材の先端後端から 100 mm の位置での断面肉厚分布を測定した。その測定結果を第7図に示す。この結果から本発明によるマンドレルミルにおけるロール非対称圧下法によれば従来のロール圧下法と比較して管材断面の偏肉量が少なくなることが明らかである。

〔圧延装置の実施例〕

次に本発明の圧延装置の実施例について述べる。第8図、第9図は油圧圧下装置を適用したマンドレルミルであり、1対のロール2aとマンドレルバー4によりシェルが圧延され、管材3の肉厚は4個のシリンダ5によって調整される。油圧シリンダ5はラム11の位置を検出する変位計12（例えば商品名マグネスケール等）および圧延荷重を測るロードセル8を具備し、これらの信

り油圧圧下制御回路21に送られる。上下ロールのロールギャップは操作盤22を手動で運転するかまたは設定プログラムを内蔵する計算装置23からギャップ信号を油圧圧下制御回路21へ送ることにより設定される。

制御回路はギャップ制御信号を油圧サーボ弁24に送ることによりサーボ弁24を経て油圧シリンダ5の圧力が制御されロールギャップが開閉される。油圧シリンダ5、変位計12、油圧サーボ弁24、油圧圧下制御回路21、ラム11、ロードセル8の組み合わせを一式とし、上下ロール各左右に合計4式を装着している。この装置によって4個の油圧シリンダ5は独立に作動が可能となり管の偏肉を修正することができる。

第10図は電動圧下と油圧圧下を併用した装置の例である。1対のロール2aは圧下スクリーナット31およびウォームホイール32を主体にして成る電動圧下装置と油圧圧下シリンダ5によってロールギャップが設定される。電動圧下は電動機34に結合されたパルス発振器33によっ

て検出する。4式の電動圧下装置はイコライザを介して機械的に接続されており、同一の作動をする。一方4式の油圧圧下装置は各油圧シリンダごとに図示されない位置検出機を備え、独立の作動をする。従って、ロールギャップは先ず電動圧下装置により等しく設定され、次に図示されていない油圧圧下制御装置の信号によって4個の油圧圧下シリンダが各個独立に調整されるので、ロールは上下左右独立に非対称な位置で制御することができる。

〔発明の効果〕

本発明によれば次の効果が得られる。

(1) 保有すべきマンドレルバーの外径ピッチを粗くできるのでマンドレルバーの保有本数を大幅に削減することができる。

(2) 長手方向に肉厚勾配を有する管材を従来よりも断面偏肉を少なくして圧延することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の説明図、第2図はマンドレル

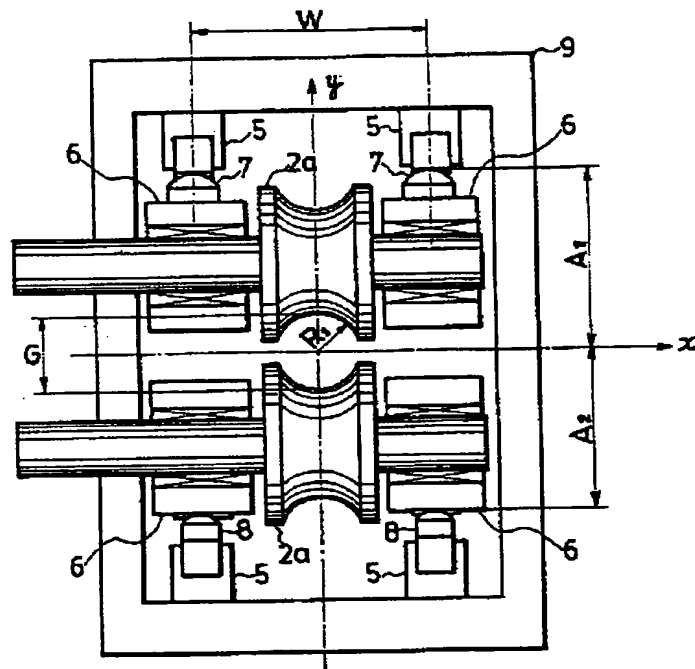
ミルの圧延状態を示す模式図、第3図(a)は肉厚仕上げスタンドの正面図、第3図(b)はその部分拡大図、第4図は偏肉発生を説明するものでロールの部分の管断面図、第5図は仕上り管の肉厚分布を示す管断面図、第6図は実施例のスタンドの正面図、第7図は管断面の肉厚分布を示すグラフ、第8図は実施例のスタンドの正面図と制御ブロックを併記した説明図、第9図はそのスタンドの側面図、第10図は別の実施例の正面図である。

- 1…去管
- 2…ロールスタンド
- 2a…孔形ロール
- 3…管材
- 4…マンドレルバー
- 5…油圧圧下シリンダ
- 6…ロールチョック
- 7…球頭ブロック
- 8…ロードセル
- 9…ハウジングフレーム

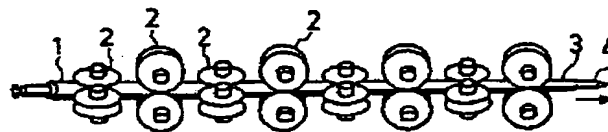
- 11…ラム
- 12…変位計
- 31…圧下スクリーナット
- 32…ウォームホイール
- 33…パルス発振器
- 34…電動機
- 35…イコライザ

出 願 人 川崎製鉄株式会社
石川島播磨重工業株式会社
代 理 人 弁理士 小 杉 佳 男
弁理士 森 田 和 男

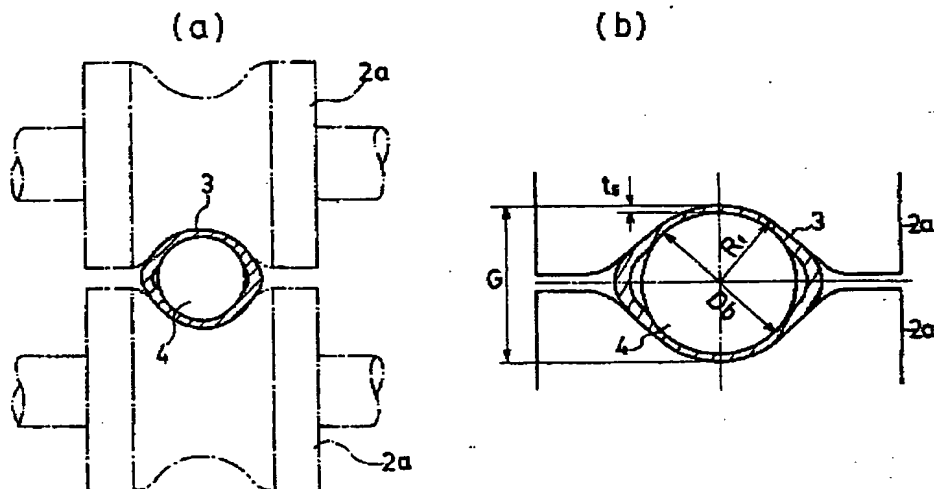
第 1 図



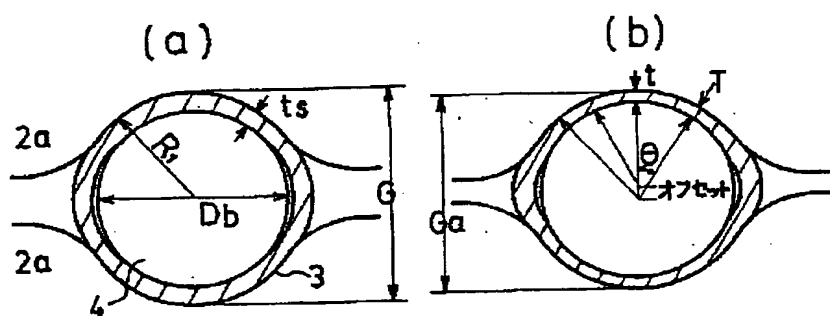
第 2 図



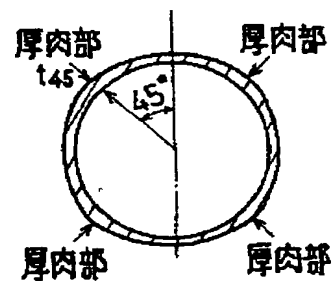
第 3 図



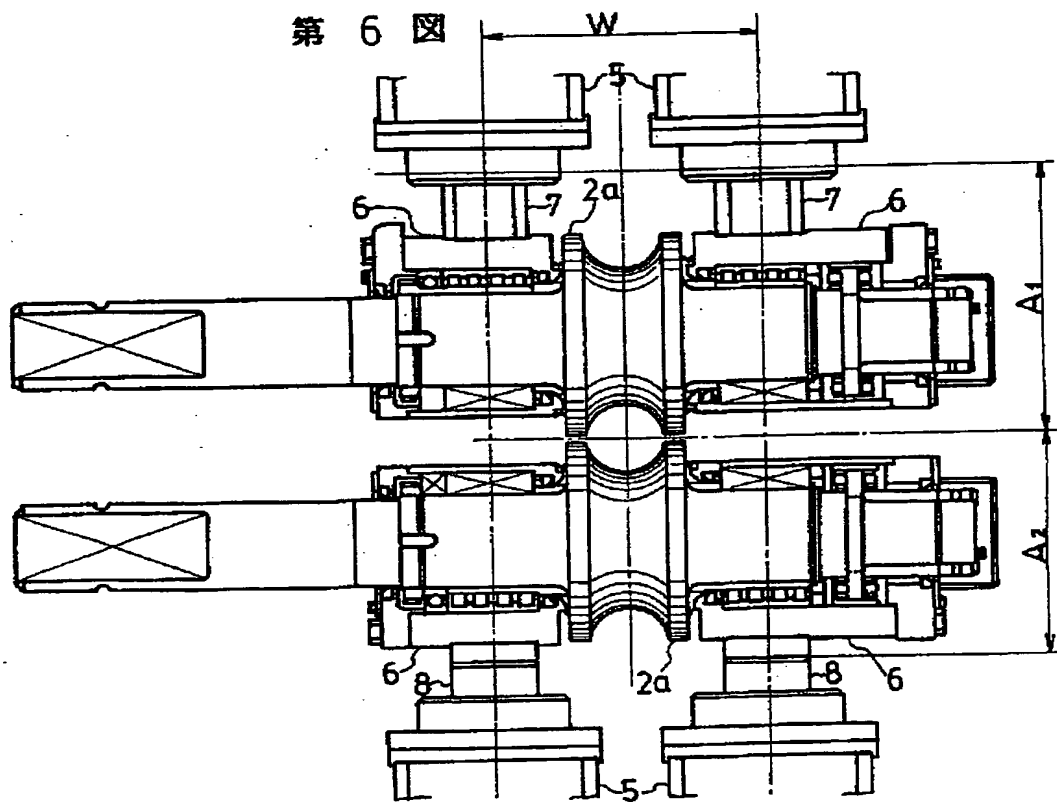
第 4 図



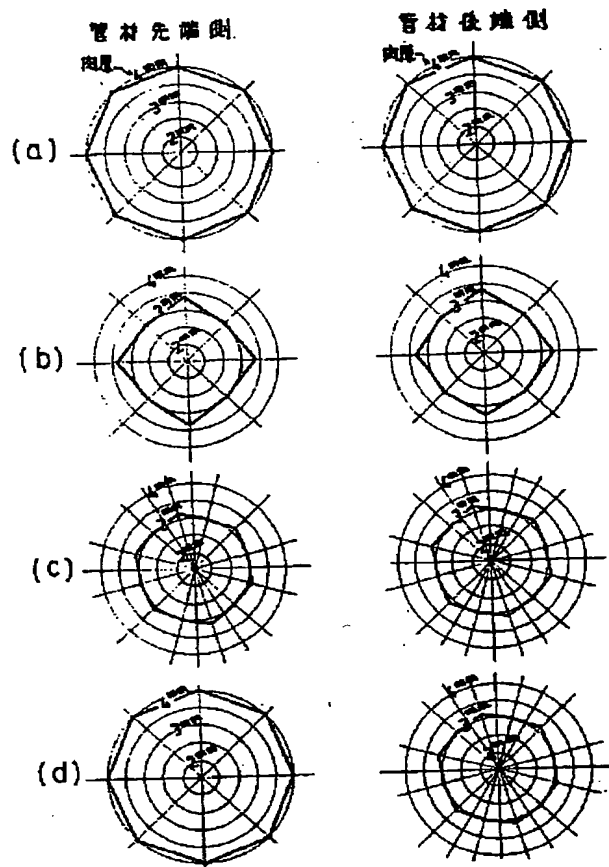
第 5 図



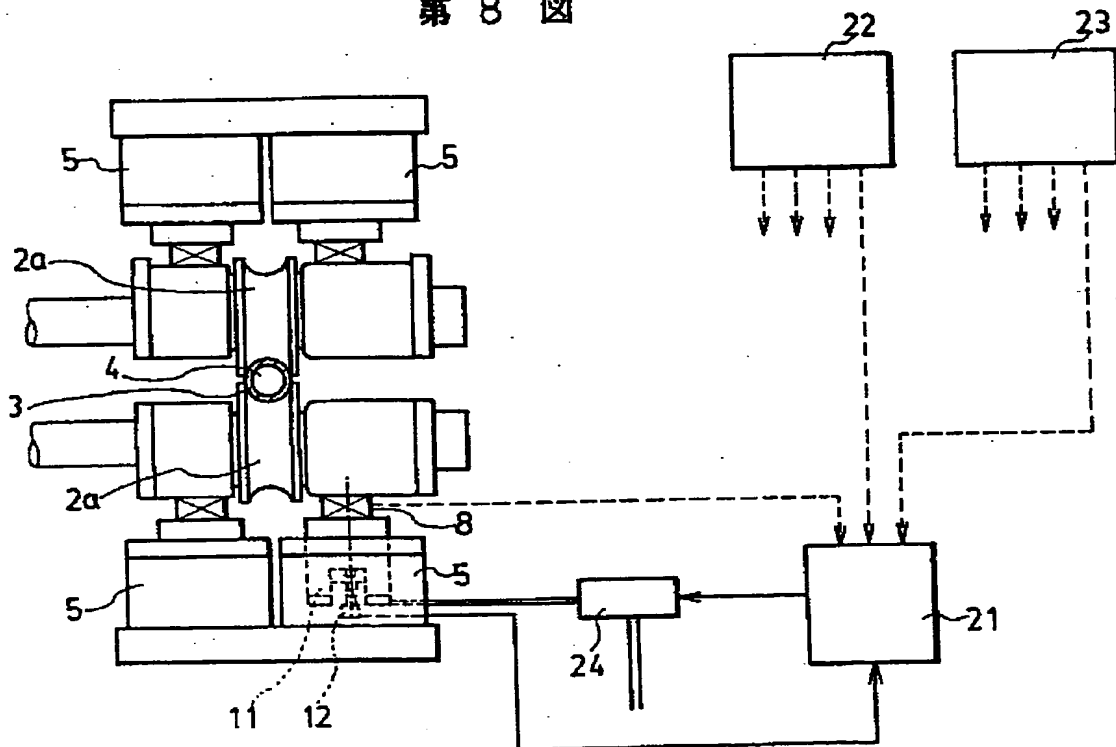
第 6 図



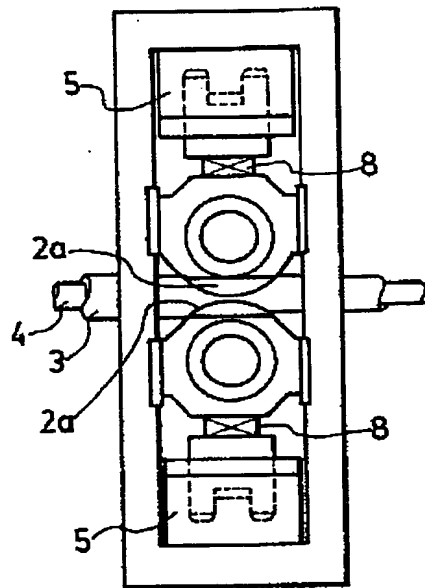
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図

